

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-273436

(43) 公開日 平成9年(1997)10月21日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	P I	技術表示箇所
F 0 2 D 41/04	3 3 0		F 0 2 D 41/04	3 3 0 J
45/00	3 6 2		45/00	3 6 2 A
	3 6 8			3 6 8 S

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 17 頁)

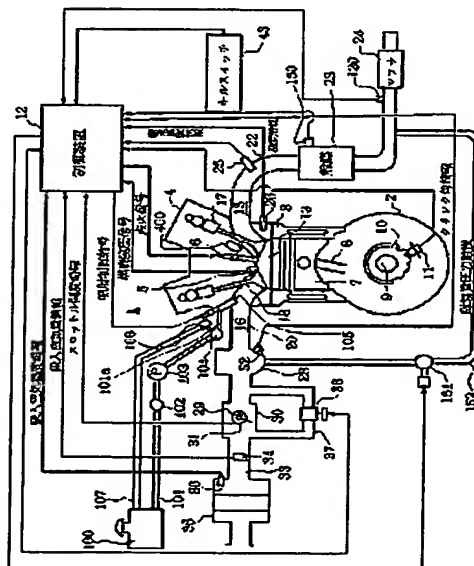
(21) 出願番号	特願平3-298566	(71) 出願人	000010076 ヤマハ発動機株式会社 静岡県磐田市新貝2500番地
(22) 出願日	平成8年(1996)11月11日	(72) 発明者	中村 倫久 静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平7-292644	(72) 発明者	松尾 典孝 静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機株式会社内
(32) 優先日	平7(1995)11月10日	(74) 代理人	弁理士 鶴若 俊雄
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

(54) 【発明の名称】 エンジンの制御方法

(57) 【要約】

【課題】 筒内温度の上昇によって点火以前に着火が起こるブレイクニッションを防止し、また点火以前に着火が起こってしまった時でも適切に処理を行ないエンジンの破損を防止することができる。

【解決手段】 エンジンの制御方法は、エンジン負荷に応じてエンジン負荷大なるほど、より多くの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジンに供給すると共に、正常燃焼状態が得られる時の1または複数の所定クランク角における燃焼割合値を、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも負荷に対応した基準燃焼割合値のマップデータとしてメモリに保持する一方、1または複数の所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と基準燃焼割合値との比較に基づき、この燃焼割合が基準燃焼割合より大なる時、エンジンへの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジン負荷に応じた燃料供給量より増量する。



(2)

特開平9-273436

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 エンジン負荷に応じてエンジン負荷大なるほど、より多くの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジンに供給すると共に、正常燃焼状態が得られる時の1または複数の所定クランク角における燃焼割合値を、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも負荷に対応した基準燃焼割合値のマッピングデータとしてメモリに保持する一方、前記1または複数の所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と基準燃焼割合値との比較に基づき、この燃焼割合が基準燃焼割合より大なる時、エンジンへの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジン負荷に応じた燃料供給量より増量するようにしたことを特徴とするエンジンの制御方法。

【請求項2】 エンジン負荷に応じてエンジン負荷大なるほど、より多くの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジンに供給すると共に、正常燃焼状態が得られる時の1または複数の所定クランク角における燃焼割合値を、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも負荷に対応した基準燃焼割合値のマッピングデータとしてメモリに保持する一方、前記1または複数の所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と基準燃焼割合値との比較に基づき、この燃焼割合が基準燃焼割合より大なる且つその差が所定量を越える時、エンジンへの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジン負荷に応じた燃料供給量より増量するようにしたことを特徴とするエンジンの制御方法。

【請求項3】 前記検知燃焼割合と前記基準燃焼割合との差の大きさに応じて、差が大なる程、より増量するようにしたことを特徴とする請求項1または請求項2記載のエンジンの制御方法。

【請求項4】 前記燃料供給量の増量を実施しても、前記燃焼割合と前記基準燃焼割合との差が減少しない或は所定量以上の差の減少がない場合、失火或は燃料供給の停止を実施するようにしたことを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載のエンジンの制御方法。

【請求項5】 エンジン負荷に応じてエンジン負荷大なるほど、より多くの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジンに供給すると共に、正常燃焼状態が得られる時の1または複数の所定燃焼割合に到達するクランク角値を、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも負荷に対応した基準クランク角値のマッピングデータとしてメモリに保持する一方、前記1または複数の所定燃焼割合値に到達するまでの実際のクランク角を検知し、このクランク角の検知値と基準クランク角値との比較に基づき、このクランク角が基準クランク角より先行している時、エンジンへの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジン負荷に応じた燃料供給量より増量するようにしたことを特徴とするエンジンの制御方法。

【請求項6】 エンジン負荷に応じてエンジン負荷大なるほど、より多くの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジ

ンに供給すると共に、正常燃焼状態が得られる時の1または複数の所定燃焼割合に到達するクランク角値を、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも負荷に対応した基準クランク角値のマッピングデータとしてメモリに保持する一方、前記1または複数の所定燃焼割合値に到達するまでの実際のクランク角を検知し、このクランク角の検知値と基準クランク角値との比較に基づき、このクランク角が基準クランク角より所定角以上先行している時、エンジンへの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジン負荷に応じた燃料供給量より増量するようにしたことを特徴とするエンジンの制御方法。

【請求項7】 前記先行する角度が、大なる程、より増量するようにしたことを特徴とする請求項5または請求項6記載のエンジンの制御方法。

【請求項8】 前記燃料供給量増量を実施しても、先行角度量が減少しない或は所定量以上の先行角度量の減少がない場合、失火或は燃料供給の停止を実施するようにしたことを特徴とする請求項5または請求項6記載のエンジンの制御方法。

【請求項9】 前記1または複数の所定クランク角までの実際の燃焼割合は、排気行程の終了後から圧縮行程初期までの間のクランク角と、圧縮行程開始から点火開始までのクランク角と、点火開始から排気行程開始までの期間の内の2つのクランク角からなる少なくとも4つのクランク角における燃焼圧力を検知し、これらの燃焼圧力データに基づき算出するようにしたことを特徴とする請求項1乃至請求項8のいずれかに記載のエンジンの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、2サイクル火花点火エンジン或いは4サイクル火花点火エンジンの制御方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】2サイクル火花点火エンジン或いは4サイクル火花点火エンジンにおいて、例えば高回転、高出力化に伴う熱負荷増大によって筒内温度が上昇し、異常燃焼が起こる可能性が高くなっている。この異常燃焼が続くと加速度的に筒内温度が上昇し、エンジン破損の危険がある。

【0003】このため、例えば高負荷状態では、A/Fをリッチ化して燃料による筒内の冷却を行ない、異常燃焼の防止を行なうものがある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、燃焼状態を把握して制御していないため、燃料冷却を行なう範囲にかなり大きな余裕を持たせる必要がある。このため、必要以上燃料冷却してしまい燃費を悪化させている。

【0005】また、燃料冷却を行なっても異常燃焼

(3)

特開平9-273436

3

が起こる可能性があり、この時の対応が十分でない等の問題がある。

【0006】このため、燃焼状態を把握して異常燃焼が起こる予兆を検知して、これが起こらないようにする手段が必要であり、また異常燃焼が起っていると判定した場合、危険回避する手段が必要になる。

【0007】この発明は、かかる点に鑑みてなされたもので、筒内温度の上昇によって点火以前に着火が起こるブレイグニッションを防止し、また点火以前に着火が起こってしまった時でも適切に処理を行ないエンジンの破

損を防止することができるエンジンの制御方法を提供することを目的としている。

【0008】
【課題を解決するための手段】前記課題を解決し、かつ目的を達成するために、請求項1記載の発明のエンジンの制御方法は、エンジン負荷に応じてエンジン負荷大なるほど、より多くの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジンに供給すると共に、正常燃焼状態が得られる時の1または複数の所定クランク角における燃焼割合を、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも負荷に対応した基準燃焼割合値のマップデータとしてメモリに保持する一方、前記1または複数の所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と基準燃焼割合値との比較に基づき、この燃焼割合が基準燃焼割合より大なる時、エンジンへの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジン負荷に応じた燃料供給量より増量するようにしたことを特徴としている。

【0009】このように、1または複数の所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と基準燃焼割合値との比較に基づき、この燃焼割合が基準燃焼割合より大なる時、エンジンへの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジン負荷に応じた燃料供給量より増量し、ブレイグニッションの前兆を検知した時のみ燃料冷却を行なうため、運転状態に応じて無駄がなく、燃費が良く、排ガスの排出も少ない。また、ブレイグニッションの前兆を検知可能なのでエンジンにダメージを最小限にすることができ、筒内温度の上昇によって点火以前に着火が起こるブレイグニッションを防止することができる。また、筒内の温度上昇を予測して燃料冷却するため、ノッキングを抑えることもできる。

【0010】請求項2記載の発明のエンジンの制御方法は、エンジン負荷に応じてエンジン負荷大なるほど、より多くの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジンに供給すると共に、正常燃焼状態が得られる時の1または複数の所定クランク角における燃焼割合を、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも負荷に対応した基準燃焼割合値のマップデータとしてメモリに保持する一方、前記1または複数の所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と基準燃焼割合値との比較に基づき、この燃焼割合が基準燃焼割合より大なる

4

且つその差が所定値を越える時、エンジンへの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジン負荷に応じた燃料供給量より増量するようにしたことを特徴としている。

【0011】このように、1または複数の所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と基準燃焼割合値との比較に基づき、この燃焼割合が基準燃焼割合より大なる且つその差が所定値を越える時、エンジンへの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジン負荷に応じた燃料供給量より増量し、ブレイグニッションの前兆を検知した時のみ燃料冷却を行なうため、運転状態に応じて無駄がなく、燃費が良く、排ガスの排出も少ない。また、ブレイグニッションの前兆を検知可能なのでエンジンにダメージを最小限にすることができ、筒内温度の上昇によって点火以前に着火が起こるブレイグニッションを防止することができる。また、筒内の温度上昇を予測して燃料冷却するため、ノッキングを抑えることもできる。

【0012】請求項3記載の発明のエンジンの制御方法は、前記検知燃焼割合と前記基準燃焼割合との差の大きさに応じて、差が大なる程、より増量するようにしたことを特徴としている。

【0013】このように、検知燃焼割合と基準燃焼割合との差の大きさに応じて、差が大なる程、より増量し、ブレイグニッションの前兆を検知した時のみ効果的に燃料冷却を行ない、より無駄がなく、燃費が良く、排ガスの排出も少ない。

【0014】請求項4記載の発明のエンジンの制御方法は、前記燃料供給量の増量を実施しても、前記燃焼割合と前記基準燃焼割合との差が減少しない或は所定値以上の差の減少がない場合、失火或いは燃料供給の停止を実施するようにしたことを特徴としている。

【0015】このように、ブレイグニッションの予兆を検知し、燃料を増量して燃料冷却を行なうが、これによる効果が認められない場合は、失火或いは燃料供給の停止を実施してエンジンが停止するようにしてエンジンの破損を防止し、ブレイグニッションが起こってしまった時でもこれを認識して操作するため、エンジンの信頼性が向上する。

【0016】請求項5記載の発明のエンジンの制御方法は、エンジン負荷に応じてエンジン負荷大なるほど、より多くの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジンに供給すると共に、正常燃焼状態が得られる時の1または複数の所定燃焼割合に到達するクランク角値を、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも負荷に対応した基準クランク角値のマップデータとしてメモリに保持する一方、前記1または複数の所定燃焼割合値に到達するまでの実際のクランク角を検知し、このクランク角の検知値と基準クランク角値との比較に基づき、このクランク角が基準クランク角より先行している時、エンジンへの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジン負荷に応じた燃料

(4)

特開平9-273436

5

供給量より増量するようにしたことを特徴としている。

【0017】このように、1または複数の所定燃焼割合に到達するまでの実際のクランク角を検知し、このクランク角の検知値と基準クランク角値との比較に基づき、このクランク角が基準クランク角より先行している時、エンジンへの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジン負荷に応じた燃料供給量より増量し、ブレイグニッションの前兆を検知した時のみ燃料冷却を行なうため、運転状態に応じて無駄がなく、燃費が良く、排ガスの排出も少ない。また、ブレイグニッションの前兆を検知可能なのでエンジンにダメージを最小限にすることができ、筒内温度の上昇によって点火以前に着火が起こるブレイグニッションを防止することができる。また、筒内の温度上昇を予測して燃料冷却するため、ノッキングを抑えることもできる。

【0018】請求項6記載の発明のエンジンの制御方法は、エンジン負荷に応じてエンジン負荷大なるほど、より多くの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジンに供給すると共に、正常燃焼状態が得られる時の1または複数の所定燃焼割合に到達するクランク角値を、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも負荷に対応した基準クランク角値のマップデータとしてメモリーに保持する一方、前記1または複数の所定燃焼割合に到達するまでの実際のクランク角を検知し、このクランク角の検知値と基準クランク角値との比較に基づき、このクランク角が基準クランク角より所定角以上先行している時、エンジンへの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジン負荷に応じた燃料供給量より増量するようにしたことを特徴としている。

【0019】このように、1または複数の所定燃焼割合に到達するまでの実際のクランク角を検知し、このクランク角の検知値と基準クランク角値との比較に基づき、このクランク角が基準クランク角より所定角以上先行している時、エンジンへの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジン負荷に応じた燃料供給量より増量し、ブレイグニッションの前兆を検知した時のみ燃料冷却を行なうため、運転状態に応じて無駄がなく、燃費が良く、排ガスの排出も少ない。また、ブレイグニッションの前兆を検知可能なのでエンジンにダメージを最小限にすることができ、筒内温度の上昇によって点火以前に着火が起こるブレイグニッションを防止することができる。また、筒内の温度上昇を予測して燃料冷却するため、ノッキングを抑えることもできる。

【0020】請求項7記載の発明のエンジンの制御方法は、前記先行する角度が、大なる程、より増量するようにしたことを特徴としている。

【0021】このように、先行する角度が、大なる程、より増量し、ブレイグニッションの前兆を検知した時のみ効果的に燃料冷却を行ない、より無駄がなく、燃費が良く、排ガスの排出も少ない。

6

【0022】請求項8記載の発明のエンジンの制御方法は、前記燃料供給量増量を実施しても、先行角度量が減少しない或は所定量以上の先行角度量の減少がない場合、失火或は燃料供給の停止を実施するようにしたことを特徴としている。

【0023】このように、ブレイグニッションの予兆を検知し、燃料を増量して燃料冷却を行なうが、これによる効果が認められない場合は、失火或は燃料供給の停止を実施してエンジンが停止するようにしてエンジンの破損を防止し、ブレイグニッションが起こってしまった時でもこれを認識して操作するため、エンジンの信頼性が向上する。

【0024】請求項9記載の発明のエンジンの制御方法は、前記1または複数の所定クランク角までの実際の燃焼割合は、排気行程の終了後から圧縮行程初期までの間のクランク角と、圧縮行程開始から点火開始までのクランク角と、点火開始から排気行程開始までの期間の内の2つのクランク角からなる少なくとも4つのクランク角における燃焼圧力を検知し、これらの燃焼圧力データに基づき算出するようにしたことを特徴としている。

【0025】このように、1または複数の所定クランク角までの実際の燃焼割合を、燃焼圧力データに基づき適切に算出することができる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、この発明のエンジンの制御方法を図面に基いて詳細に説明する。

【0027】図1はこの発明が適用される複数気筒の火花点火式4サイクルエンジンの構成図である。このエンジン1はクランクケース2と、その上部のシリンダ本体3とシリンダヘッド4とにより構成される。シリンダ本体3内にはピストン7が連接棒8を介して揺動可能に装着され、連接棒8はクランク軸9に連結されている。クランク軸9には所定の歯数を有するリングギヤ10が装着され、このリングギヤ10の回転位置を検出してクランク角及びエンジン回転数を計測するためのエンジン回転数センサを兼ねるクランク角センサ11が備えられている。シリンダヘッド4とピストン7との間には燃焼室13が形成され、この燃焼室13に臨むように点火プラグ400が設けられている。

【0028】また、燃焼室13内の燃焼圧力を検出するための燃焼室圧センサ5がシリンダヘッド4側に設けられる。シリンダヘッド4及びシリンダ本体3の適当な位置に冷却水ジャケット6が形成されている。燃焼室13には排気通路15及び吸気通路16が直通し、その開口部に排気弁17及び吸気弁18がそれぞれ設けられる。排気通路15に接続された排気管22の途中には排気ガス浄化用三元触媒等の触媒23が設けられ、端部にはマフラ24が設けられている。排気管22には酸素濃度センサ(O₂センサ)25及び排気管温度センサ120が設けられ、それぞれ制御装置12に連結されている。

(5)

待開平9-273436

7

8

【0029】シリンダヘッド4には温度センサ26が装着され、燃焼室13の温度情報が制御装置12に送られる。また、触媒23には制御装置12に連結された触媒温度センサ150が設けられる。制御装置12にはさらにエンジン1のキルスイッチ43が接続され、エンジン駆動制御の停止情報を得る。

【0030】一方、吸気通路16には吸気管20が接続され、吸気管20は吸気分配管28を介して各気筒に連結される。吸気分配管28には吸気管圧力センサ32が装着され、吸気管圧力情報が制御装置12に送られる。吸気分配管28と排気管22とを連結してEGR管152が設けられる。EGR管152には制御装置12に連結されたEGR調整弁151が設けられる。吸気分配管28には吸気管33を介してエアクリーナ35が接続される。エアクリーナ35には吸入空気温度センサ36が設けられ、吸入空気温度情報が制御装置12へ送られる。吸気管33の途中には吸気量調整器30が設けられ、吸気量調整器30にはスロットル弁29が装着されている。

【0031】スロットル弁29にはスロットル開度センサ31が設けられ、このスロットル開度センサ31は制御装置12に連結される。吸気量調整器30部分の吸気管33にはスロットル弁迂回通路37が設けられ、この迂回通路37には迂回通路開度調整弁38が設けられている。迂回通路開度調整弁38は制御装置12に連結される。吸気管33内には、熱線式吸入空気量センサ34が設けられ、吸入空気量情報が制御装置12に送られる。

【0032】吸気通路16の吸気弁18の上流側には、各気筒の吸気ポート毎にインジェクタ105が設けられる。インジェクタ105は制御装置12に連結され、運転状態に応じて演算された最適噴射量の制御信号が送られる。各インジェクタ105には各気筒に連結する燃料管101aを介して燃料が送られる。燃料管101aは燃料分配管104から分岐し、この燃料分配管104には燃料タンク100から燃料供給管101を通し、さらにフィルタ102を介して燃料ポンプ103により燃料が送られる。インジェクタ105から噴射されなかった燃料は、燃料戻り管107を通して燃料タンク100に回収される。燃料戻り管107にはレギュレータ106が設けられ、燃料噴射圧力を一定に保つようになっている。

【0033】図2はエンジンの各恒運転状態の制御を行うメインルーチンのフローチャートである。以下各ステップを説明する。

【0034】ステップS11：イニシャライズが行なわれ、各フラグ値及び各変数値に初期値がセットされる。

【0035】ステップS12：吸入空気温度センサ36からの吸入空気温度情報、熱線式吸入空気量センサ34からの吸入空気量情報、スロットル開度センサ31から

のスロットル開度情報、吸気管圧力センサ32からの吸気管圧力情報、触媒温度センサ150からの触媒温度情報、クランク角センサ11からのクランク角情報、温度センサ26からの温度情報、排気管温度センサ120からの排気管温度情報、酸素濃度センサ25からの酸素濃度情報及び不図示のオイルセンサからのオイル残量情報を取り込み、そのデータをメモリA(i)に記憶する。エンジン負荷は、アクセル位置あるいはスロットル開度として把握できる。このスロットル開度とエンジン回転数が決れば、定常運転時の場合吸入空気量が決るので吸入空気量を直接検知してエンジン負荷とみなすことができる。また、吸気管負圧はエンジン回転数が決れば、スロットル開度と一定の関係があるので、吸気管負圧を検知してエンジン負荷とみなすことができる。

【0036】ステップS13：キルスイッチ43のON、OFF、不図示のメインスイッチのON、OFF及び不図示のスタータスイッチのON、OFF等のスイッチ情報を取り込み、メモリB(i)に記憶する。キルスイッチ43は緊急停止用のスイッチであり、車両用エンジンには備えられないで、例えば小型船舶用エンジンに備えられる。

【0037】ステップS14：前記ステップ12において取り込んだセンサ情報と、前記ステップ13で取り込んだスイッチ情報に基づき運転状態の判定し、この運転状態①、②、③、④、⑤、⑥、⑦、⑧、⑨、A⑩に対応してメモリ中の変数Cに対応した値を入力する。

【0038】運転状態①・・・スロットル開度が所定値以上、エンジン回転数が所定値以上かつスロットル開度の変化率が所定値以下の中高速回転、中高速負荷かつ急加減速状態でない一定アクセル状態あるいは緩アクセル操作状態の時、MBT(Minimum Advance Ignition for Best Torque)制御状態と判定し、変数Cに1をメモリする。

【0039】運転状態②・・・スロットル開度の変化率が所定値以上の場合には、過渡運転状態と判定し、変数Cに2をメモリする。

【0040】運転状態③・・・スロットル開度が所定値以下かつエンジン回転数が所定域、例えば1000rpm～5000rpmの間の場合、希薄燃焼制御状態と判定し、変数Cに3をメモリする。

【0041】運転状態④・・・エンジン回転数が所定限界値以上のオーバーレボ、エンジン温度が所定値以上のオーバーヒート等のエンジン異常状態の時、異常運転状態と判定し、変数Cに4をメモリする。

【0042】運転状態⑤・・・エンジン温度が所定値以下かつスタータスイッチONの時、コールドスタート状態と判定し、変数Cに5をメモリする。

【0043】運転状態⑥・・・メインスイッチOFFあるいはキルスイッチOFFの時、エンジン停止要求状態と判定し、変数Cに6をメモリする。

(5)

特開平9-273436

9

10

【0044】運転状態の・・・クラッチ中立の時または、エンジン回転数が所定値以上かつアイドルスイッチON、スロットル弁開度全閉の時、アイドルモードと判定し、変数Cに7をメモリする。

【0045】運転状態の・・・EGR制御（排気ガスの一部を吸気系に再循環させる制御）でスイッチがONの時EGR制御モードと判定し、変数Cに8をメモリする。

【0046】運転状態の・・・エンジン温度が所定値以上かつスタータスイッチがONの時通常エンジンスタート状態と判定し、変数Cに9をメモリする。

【0047】運転状態の・・・火花点火前の燃焼室内圧力の異常上昇や燃焼室圧力の推移異常等を燃焼室圧データから検知した場合、ブレイグニッション状態やノッキング状態等の異常燃焼状態と判定し、変数Cに10をメモリする。

【0048】また、同一の変数C値で、フラグP=1のまま前回目のメインルーチンにおけるステップS14かをチェックし、所定回Rを越える場合P=0とする。

【0049】C=1のときRの値はRc=1

C=2のときRの値はRc=2

C=3のときRの値はRc=3

として変更すると、

$Rc_{n+1} < Rc_n < Rc_{n-1}$

となる。

【0050】前回のメインルーチンにおけるC値と今回のC値が異なる場合、P=0とする。

【0051】ステップS15：モード運転移行か否かの判断が行なわれ、変数Cが4、6、9のいずれかの場合には、ステップS20に移行し、それ以外の場合には、

ステップS16に移行する。
【0052】ステップS16：フラグPの値に基づき、P=0の場合、メモリ中のマップデータ（図5に相当するもの）により、エンジン回転数及び負荷に応じた目標燃焼割合を求め、その結果をメモリDに入れる。また、基本点火時期、基本燃料噴射開始時期、基本燃料噴射量もメモリ中のそれぞれ図5と同様のマップデータ（エンジン回転数と負荷の間数として与えられる値を図示化したもの）から求め、それぞれメモリE'（1）、E'（2）、E'（3）に入れる。その後、P=1にする。
但し、P=0でも変数Cが5の場合には、コールドスタート用の目標燃焼割合マップに基づき目標燃焼割合を求め、メモリDにその値を記憶させる。P=1の場合は、何もせずステップS17へ移行する。

【0053】燃焼割合とは燃焼1サイクルで燃焼する燃料に対するあるクランク角度までに燃焼した燃料の割合をいう。この燃焼割合の計算方法について、1つの方法は、燃焼1サイクル中の所定の複数点での燃焼室圧力データを一次近似式により求める方法であり、もう1つはサンプリングした圧力値から燃発生量を熱力学的な式で

計算して1または複数の所定のクランク角（例えば上死点）までの燃焼割合を求める方法である。両方の方法とも真の値に非常に近い計算結果が得られた。この場合、燃焼室圧力のデータは、排気行程の終了後から圧縮行程の初期までの間の第1の期間の1または複数のクランク角における燃焼室圧力を検出して求める。この場合、排気行程の終了後から圧縮行程の初期までの間のクランク角とは、燃焼室内の圧力が最も低下して大気圧に近づいた状態の範囲内でのクランク角であり、例えば下死点またはその近傍である。即ち、4サイクルエンジンでは、図6に示す様に爆発後の下死点からの排気行程により燃焼室内の燃焼ガスが排出され上死点に近づくに従って燃焼室内の圧力が低下し大気圧に近づく。上死点後の吸入行程では新気導入のため大気圧に近い状態が維持され、吸入行程を経て排気弁17が開いて開始される下死点後の圧縮行程から徐々に圧力が高められる。このような燃焼室内の圧力が低下して大気圧に近づいた範囲の内1点での燃焼室内の圧力が検出される。図6中クランク角a0はBDCに取っているが、圧縮行程の初期であれば、BDCの後でも良い。勿論BDCの前の吸気工程中のクランク角でも良い。一方、2サイクルエンジンでは、図14に示す様に爆発後ピストンが下がるとともに圧力が低下し排気口が開くとこれに従って燃焼室内の圧力がさらに低下し、排気口が開くとクランク室から新気が入り込まれるため大気圧に近づく。排気口が開いた状態で下死点からピストンが上昇し排気口が閉じ続いて排気口が閉じると、圧縮が始り圧力が徐々に高まる。即ち、排気行程の終了後から圧縮行程の初期までの間とは、排気口が開いて排気開始後に排気口が開いた状態で排気口が閉じて吸気が開始されてから、排気口が閉じて圧縮が開始されるまでの間をいう。図14中では、クランク角a0をBDCに取っている。

【0054】圧縮後上死点前或いは後に火花点火が行われる。（図6、図14中それぞれ矢印とSで表したクランク角において火花点火が開始される。）火花点火が開始されて僅かに遅れて着火し燃焼が開始される。各請求項で言う点火開始とはこの着火燃焼が開始される瞬間のことである。すなわち、圧縮行程開始から着火燃焼開始までの期間である第2の期間のクランク角（図6、図14ともクランク角a1）において燃焼室内の圧力が検知される。この後、点火開始（着火燃焼開始）から爆発燃焼行程中、排気行程の開始されるまでの期間である第3の期間の内の2つのクランク角（図6、図14において例えば、クランク角a2a3、あるいはクランク角a2、a4、あるいはクランク角a3、a4あるいはクランク角a2、a5、あるいはクランク角a3、a5、あるいはクランク角a4、a5）において燃焼室内の圧力が検知される。この期間の内の2つのクランク角の内一方のクランク角は最高燃焼圧力となるクランク角より前であることが望ましい。また、各請求項で言う4つ以上

11

のクランク角例えは5点以上のクランク角において燃焼室内の圧力が検知する場合には、第1あるいは第2の期間の圧力測定クランク角点の数を増加させても良い。また、望ましくは図6、図14の実施例のように、第3の期間内において3つ以上のクランク角において圧力検知しても良い。ディーゼルエンジンでは圧縮後上死点前或いは上死点後燃焼室内への燃料噴射が開始され、少し遅れて自然着火により燃焼が始まる。即ち、ディーゼルエンジンでは各請求項に記載する点火開始とはこの自然着火が開始される瞬間のことを言う。なお燃料噴射開始から自然着火が開始までの着火遅れをエンジン回転数あるいは及び負荷に基づくデータとして予め求め、これを織り込んで第2の期間内の圧力測定クランク角及び第3の期間内の圧力クランク角点をエンジン回転数あるいは及び負荷に基づくデータとしてメモリ中に記憶しておくようにして燃焼室の圧力測定を行う。

【0055】このような第1の期間1点、第2の期間1点、第3の期間2点の合計少なくとも4点のクランク角度における燃焼室圧力を検出しこれを一次近似式より燃焼割合を演算する。この近似式は

$$\text{燃焼割合 } q_x = a + b_1 * (P_1 - P_0) + b_2 * (P_2 - P_0) + \dots + b_n * (P_n - P_0)$$
 で表される。

【0056】上式から分かるように、 q_x は圧力データ $P_1 \sim P_n$ に対し、各々基準圧力 P_0 を引いたものに、 $b_1 \sim b_n$ の定数を掛けたものと予め設定された定数 a を加えたもので表される。

【0057】同様 P_m も圧力データ $P_1 \sim P_n$ に対し各々基準圧力 P_0 を引いたものに $C_1 \sim C_n$ の予め設定された定数を掛けたものと予め設定された定数を加えたもので表される。

【0058】ここで P_0 は大気圧レベルの点（前述のように例えはBDC近傍のクランク角度）の燃焼室圧力であり、センサのドリフト等によるオフセット低圧を補正するために $P_1 \sim P_n$ の各圧力値から引いてある。また P_1 は、第1の期間のクランク角 a_1 における燃焼圧力、また P_2 は、第2の期間のクランク角 a_2 における燃焼室圧力である。 $P_3 \sim P_n$ は第3の期間のクランク角 $a_3 \sim a_n$ （この実施例では $n=5$ ）である。

【0059】このような簡単な一次近似式による演算により短時間で着火後の所定のクランク角までの燃焼割合が正確に実際の値とほぼ同じ値が算出される。従って、このような燃焼割合を用いてエンジンの点火時期や空燃比を制御することにより、燃焼によるエネルギーを効率よく取り出すことができるとともに、応答性が高められ、省燃焼制御やEGR制御を行う場合等に的確に運転状態に追従して出力変動を抑えることができる。また燃焼が急激に進行することによるNOxの発生を防止できる。2番目の q_x 算出方法において、2つの圧力測定点（クランク角度）間に発生した熱量は、両圧力測定点

(7)

特開平9-273436

12

における差圧を ΔP 、燃焼室容積差を ΔV 、2つの測定点の内の前側の圧力値及び燃焼室容積値を P 及び V 、 A は熱等置、 K は比熱比、 R は平均ガス定数、 P_0 はBDCでの圧力値とすると、熱発生量 $Q_x = A / (K - 1) * ((K + 1) / 2 * \Delta P * \Delta V + K * (P - P_0) * \Delta V + V * \Delta P)$ として求めることができる。

【0060】また、所定圧力測定点までの燃焼割合は、燃焼がほぼ終了したときのクランク角を圧力測定点として選定し、点火時に近いクランク角を同様に圧力測定点として選定し、その間の測定された各圧力測定点の間ごとに上記熱発生量 Q_x の演算をしたものを総和したもので、最初の圧力測定点から、所定の圧力測定点（所定のクランク角）までの間について上記 Q_x の演算をしたものを総和したものを割ったものである。

【0061】即ち、燃焼割合 $q_x = \text{任意のクランク角度までに燃えた熱量} / \text{全ての熱量} \times 100 (\%) = (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_x) / (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n) \times 100$ である。

【0062】以上のような計算方法により、所定の複数のクランク角における燃焼室圧力を計測し（図3のステップS112において）、そのデータに基づいて所定クランク角までの燃焼割合を正確に算出することができる（図7のステップS201において）。この燃焼割合を用いてエンジンを制御することにより、安定した出力及びエンジン回転が得られる。

【0063】ステップS17：吸入空気温度情報、吸気管負圧情報により燃料噴射のための噴射量の補正演算を行なう。即ち、吸入空気温度が高いと空気密度が低くなるので、実質的空気流量が減る。このため燃焼室での空燃比が低くなる。このため燃料噴射量を減らすための補正量を算出する。

【0064】ステップS18：エンジン負荷、エンジン回転数に応じた基本燃料噴射開始、基本燃料噴射量、基本点火時期はステップS16で求められE（1）に入れている。これを基にステップS17で求めた補正量及びメモリA（1）にメモリされたそれらの情報に応じ、燃料噴射補正量、点火時期補正量を求め、各々基準値に加えて制御量を求める。この制御量は、点火開始時期はメモリE（1）とし、点火期間はメモリE（2）とし、 $P=1$ の時は噴射開始時期、噴射終了時期をF（3）、F（4）、 $P=0$ の時は、噴射開始時期、噴射終了時期をE（3）、E（4）に入れる。

【0065】これを、メモリE（1）に入力する。同様に、メモリA（1）にメモリされた情報に応じてサーボモータ群、ソレノイドバルブ群の制御量を算出し、メモリG（1）に入れる。

【0066】ステップS19：メモリG（1）の制御量に応じ、サーボモータ群、ソレノイドバルブ群等のアクチュエータを駆動制御する。

【0067】ステップS20：エンジン停止要求の判断

(8)

特開平9-273436

13

を行ない、変数Cが6の場合にはステップS21に移行し、それ以外の場合にはステップS22に移行する。

【0068】ステップS21：メモリE(i) i=1~4を0とする停止データのセットを行ない、或は点火プラグ400を失火させる。

【0069】ステップS22：変数Cが9か否かの判断を行ない、変数Cが9の通常エンジンスタートの場合にはステップS23に移行し、そうでない場合にはステップS25に移行する。

【0070】ステップS23：メモリF(i)に始動用の予めメモリに入れているデータ、即ち、点火時期を逐角、燃料噴射量を僅かに増量させるためのデータをセットする。

【0071】ステップS24：始動モータを駆動する。

【0072】ステップS25：変数Cが4の場合であり、メモリF(i)に異常内容に対応したデータ、例えばオーバーボルトならは失火、オーバーヒートならはスロットル開度を絞りつつ燃料噴射量を増量させるデータをセットする。

【0073】次に、図3の割込みルーチン④について説明する。この割込みルーチン④は、所定角度のクランク信号が入力されると、メインルーチンに割込みで実行される。

【0074】ステップS111：所定クランク角毎に割込みルーチン④が実行されるように、すなわち次のクランク角度における割込みが発生するようにタイマーをセットする。

【0075】ステップS112：割込みが発生したクランク角度の圧力データを取り込みメモリに入れる。

【0076】ステップS113：全てのクランク角の圧力データがメモリに取り込まれたらステップS114に移行する。

【0077】ステップS114~S115：変数Cが10か否かをチェックし、C=10の場合異常燃焼としてステップS115の異常燃焼防止ルーチンを行ないリターンする。そうでない時はステップS116に移る。

【0078】ステップS116：C=2か否かをチェックして過渡状態かどうかを判定し、そうである時はステップS116aで過渡制御ルーチンを実行して点火時期やA/Fを補正してリターンする。そうでなければステップS117に移る。

【0079】ステップS117：C=5か否かをチェックしてコールドスタートかどうか判定し、そうである時はステップS117aでコールドスタート制御ルーチンを実行し、点火時期を補正してリターンする。そうでなければステップS118に移る。

【0080】ステップS118：C=8か否かをチェックしてEGR制御モードかどうか判定し、そうである時はステップS118aでEGR制御ルーチンを実行してEGR率や点火時期を補正してリターンする。またそう

14

でなければステップS119に移る。

【0081】ステップS119：C=3か否かをチェックして希薄燃焼モードかどうか判定し、そうである時はステップS119aで希薄燃焼制御ルーチンを実行して、A/Fや点火時期を補正してリターンする。またそうでなければステップS120に移る。

【0082】ステップS120：C=7か否かをチェックしてアイドリングモードかどうか判定し、そうである時はステップS120aでアイドリング制御ルーチンを実行してA/Fや点火時期を補正してリターンする。またそうでなければステップS121でMBT制御ルーチンを実行して点火時期を補正してリターンする。

【0083】次に、図4の割込みルーチン⑤について説明する。この割込みルーチン⑤は、基準クランク信号が入力されると、メインルーチンに割込みで実行される。

【0084】ステップS121：この割込みルーチン⑤は、エンジン回転、所定クランク角にて1回実行されるため、周期を計測する。

【0085】ステップS122：エンジン回転数を計算する。

【0086】ステップS123：メモリF(i) i=1~4の制御データに基づきタイマに点火開始時期、点火終了時期、噴射開始時期、噴射終了時期をセットする。タイマは、セットされたタイミングで点火装置、噴射装置を起動する。

【0087】次に、図2及び図3で説明した目標燃焼割合の算出について詳細に説明する。

【0088】図5はエンジン回転数及び負荷に応じた基準燃焼割合あるいは限界燃焼割合を求めるためのマップの図である。1または複数の所定クランク角、例えば上死点TDCまでの正常燃焼時の基準燃焼割合、或は正常燃焼時の基準燃焼割合より大きい、異常燃焼時の前兆状態時の限界燃焼割合をマップ化したものから求め、制御装置12の記憶装置にメモリされている。負荷(Lx)とエンジン回転数(Rx)によって基準燃焼割合或は限界燃焼割合が決定される三次元の構成を示している。所定の運転条件(Lx, Rx)における基準燃焼割合或は限界燃焼割合はFMB。(Lxi, Rxi), i=1~nとして求められる。

【0089】運転状態に応じて基準燃焼割合或は限界燃焼割合データとして、複数のクランク角における基準燃焼割合或は限界燃焼割合データを持たせるようにしてもよく、例えば燃焼初期の所定クランク角、燃焼後期の所定クランク角の基準燃焼割合或は限界燃焼割合データを持たせる。また、正常燃焼状態が得られる時の所定燃焼割合に到達するクランク角値データとして、複数の燃焼割合に到達するクランク角値データを持たせるようにしてもよい。

【0090】図6は4サイクルエンジンの燃焼1サイクルの燃焼室圧力のグラフである。横軸はクランク角、

(9)

特開平9-273436

15

縦軸は燃焼圧力を示す。クランク角度が図示したa0～a5の6点における燃焼圧力P0～P5を検出してこれらの圧力値に基づいて燃焼割合を算出する。a0は吸入から圧縮に移る下死点位置(BDC)であり、ほぼ大気圧に近い状態である。a1は圧縮開始後で火花点火前、a2はSにおいて火花点火後、上死点(TDC)に達する前のクランク角である。a3～a5の4点は上死点後の燃焼行程におけるクランク角である。これら各点の圧力データに基づいて燃焼割合が算出される。なお、火花点火の実施されないディーゼルエンジンにおいては、F1のように、上死点近傍において燃料が噴射される。噴射開始後dのクランク角に相当する時間遅れて自然着火する。自然着火のクランク角がSとなる。点火火花式エンジンにおける点火時期の制御の替わりに本ディーゼルエンジンにおいては、燃料噴射時期の制御が燃焼割合あるいは実測クランク角をそれぞれ目標燃焼割合あるいは目標クランク角との差異に基づいて実施される。噴射開始時期が進角・遅角制御され、かつ噴射終了時期は所定の噴射量が確保されるように制御される。

【0091】次に、図2及び図3で説明した燃焼割合の算出に基づく燃焼割合の制御について詳細に説明する。

【0092】図2のステップS17において補正演算は、図7の補正演算のフローチャートのように実行される。即ち、変数C=2の時には、ステップS17が実行される。ステップS17aで吸入空気温度情報、吸気管負圧情報より大気圧補正のための燃料噴射量補正演算が実施され、ステップS17bで過渡制御状態の変数STATEのチェックが行なわれ、過渡制御状態の変数がSTATE=0の定常状態の場合には、ステップS17cで過渡補正データをクリアする。定常状態でない場合にはステップS17dに移り、過渡制御状態の変数がSTATE=1の過渡状態が初回実行状態のチェックが行なわれ、初回実行状態の場合には、ステップS17eへ移る。ステップS17eでイニシャル補正を実行し、加速・減速時の燃料噴射データの増量補正点で時期補正を行ない、ステップS17fで過渡制御状態の変数がSTATE=2の場合には過渡制御の初回実行状態にする。

【0093】次に、異常燃焼防止ルーチンを図8に示す。この異常燃焼防止ルーチンは異常判定後に毎サイクル毎実行される。

【0094】ステップS251：実際の燃焼割合FMB(θ)と異常判定燃焼割合FMBMAXを比較し、等しいか実際の燃焼割合の方が大きければステップS252に移る。そうでなければステップS255に移る。

【0095】ステップS252：前回までの燃料冷却補正値CF TXに増量側の燃料冷却補正刻みCF TRを加え燃料冷却補正値CF TXとしステップS253に移る。

【0096】ステップS253：燃料冷却補正値CF TXと燃料冷却補正の最大制限値CF TXMXを比較し

16

て、燃料冷却補正値CF TXの方が大きかったらステップS254aに移る。またそうでなかったらステップS254bに移る。

【0097】ステップS254a：燃焼状態変数DFG_Fを2(燃料カット、点火カット要求)にしてリターンする。

【0098】ステップS254b：燃焼状態変数DFG_Fを1(異常燃焼状態)にしてリターンする。

【0099】ステップS255：前回までの燃料冷却補正値CF TXから減量側の燃料冷却補正刻みCF TLを引き燃料冷却補正値CF TXとしステップS256に移る。

【0100】ステップS256：燃料冷却補正値CF TXが0(正常状態)より小さいかどうか判定して、0(正常状態)より小さかったらステップS257に移る。そうでなかったらステップS258に移る。

【0101】ステップS257：燃料冷却補正値CF TXを0(正常状態)にしてステップS258に移る。

ステップS258：燃焼状態変数DEGFを0(正常状態)にしてリターンする。

【0102】この異常燃焼防止制御では、次のような①、②、③、④、⑤、⑥、⑦、⑧、⑨のいずれかの制御が行なわれる。

【0103】まず、異常燃焼防止制御①は、エンジン負荷に応じてエンジン負荷大なるほど、より多くの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジンに供給すると共に、正常燃焼状態が得られる時の1または複数の所定クランク角における燃焼割合値を、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも負荷に対応した基準燃焼割合値のマップデータとしてメモリに保持する一方、1または複数の所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と基準燃焼割合値との比較に基づき、この燃焼割合が基準燃焼割合より大なる時、エンジンへの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジン負荷に応じた燃料供給量より増量する。このように、1または複数の所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と基準燃焼割合値との比較に基づき、この燃焼割合が基準燃焼割合より大なる時、エンジンへの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジン負荷に応じた燃料供給量より増量するため、ブレイグニッションの萌芽を検知した時のみ燃料冷却を行ない、運転状態に応じて無駄がなく、燃費が良く、排ガスの排出も少ない。また、ブレイグニッションの萌芽を検知可能なのでエンジンにダメージを最小限にすることができ、筒内温度の上昇によって点火以前に着火が起こるブレイグニッションを防止することができる。また、筒内の温度上昇を予測して燃料冷却するため、ノッキングを抑えることもできる。

【0104】また、異常燃焼防止制御②は、エンジン負荷に応じてエンジン負荷大なるほど、より多くの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジンに供給すると共に、正

(10)

特開平9-273436

17

異常燃焼状態が得られる時の1または複数の所定クランク角における燃焼割合を、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも負荷に対応した基準燃焼割合のマップデータとしてメモリに保持する一方、1または複数の所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と基準燃焼割合との比較に基づき、この燃焼割合が基準燃焼割合より大なる且つその差が所定量を越える時、エンジンへの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジン負荷に応じた燃料供給量より増量する。このように、1または複数の所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と基準燃焼割合との比較に基づき、この燃焼割合が基準燃焼割合より大なる且つその差が所定量を越える時、エンジンへの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジン負荷に応じた燃料供給量より増量するため、ブレイグニッションの前兆を検知した時のみ燃料冷却を行ない、運転状態に応じて無駄がなく、燃費が良く、排ガスの排出も少ない。また、ブレイグニッションの前兆を検知可能なのでエンジンにダメージを最小限にすることができ、筒内温度の上昇によって点火以前に着火が起こるブレイグニッションを防止することができる。また、筒内の温度上昇を予測して燃料冷却するため、ノッキングを抑えることもできる。

【0105】また、異常燃焼防止制御④は、異常燃焼防止制御①または②において、燃焼割合と基準燃焼割合との差の大きさに応じて、差が大なる程、より増量する。このように、燃焼割合と基準燃焼割合との差の大きさに応じて、差が大なる程、より増量し、ブレイグニッションの前兆を検知した時のみ効果的に燃料冷却を行ない、より無駄がなく、燃費が良く、排ガスの排出も少ない。

【0106】また、異常燃焼防止制御④は、異常燃焼防止制御①乃至③において、燃料供給量の増量を実施しても、燃焼割合と基準燃焼割合との差が減少しない或は所定量以上の差の減少がない場合、失火或いは燃料供給の停止を実施する。このように、ブレイグニッションの予兆を検知し、燃料を増量して燃料冷却を行なうが、これによる効果認められない場合は、失火或いは燃料供給の停止を実施してエンジンが停止するようにしてエンジンの故障を防止し、ブレイグニッションが起こってしまった時でもこれを認識して操作するため、エンジンの信頼性が向上する。

【0107】また、異常燃焼防止制御④は、エンジン負荷に応じてエンジン負荷大なるほど、より多くの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジンに供給すると共に、正常燃焼状態が得られる時の1または複数の所定燃焼割合に到達するクランク角値を、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも負荷に対応した基準クランク角値のマップデータとしてメモリに保持する一方、1または複数の所定燃焼割合に到達するまでの実際のクランク角を検知し、このクランク角の検知値と基準クランク角値との比較に基づき、このクランク角が基準クランク角より

18

先行している時、エンジンへの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジン負荷に応じた燃料供給量より増量する。このように、1または複数の所定燃焼割合に到達するまでの実際のクランク角を検知し、このクランク角の検知値と基準クランク角値との比較に基づき、このクランク角が基準クランク角より先行している時、エンジンへの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジン負荷に応じた燃料供給量より増量するため、ブレイグニッションの前兆を検知した時のみ燃料冷却を行ない、運転状態に応じて無駄がなく、燃費が良く、排ガスの排出も少ない。また、ブレイグニッションの前兆を検知可能なのでエンジンにダメージを最小限にすることができ、筒内温度の上昇によって点火以前に着火が起こるブレイグニッションを防止することができる。また、筒内の温度上昇を予測して燃料冷却するため、ノッキングを抑えることもできる。

【0108】また、異常燃焼防止制御④は、エンジン負荷に応じてエンジン負荷大なるほど、より多くの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジンに供給すると共に、正常燃焼状態が得られる時の1または複数の所定燃焼割合に到達するクランク角値を、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも負荷に対応した基準クランク角値のマップデータとしてメモリに保持する一方、1または複数の所定燃焼割合に到達するまでの実際のクランク角を検知し、このクランク角の検知値と基準クランク角値との比較に基づき、このクランク角が基準クランク角より所定角以上先行している時、エンジンへの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジン負荷に応じた燃料供給量より増量する。このように、1または複数の所定燃焼割合に到達するまでの実際のクランク角を検知し、このクランク角の検知値と基準クランク角値との比較に基づき、このクランク角が基準クランク角より所定角以上先行している時、エンジンへの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジン負荷に応じた燃料供給量より増量するから、ブレイグニッションの前兆を検知した時のみ燃料冷却を行ない、運転状態に応じて無駄がなく、燃費が良く、排ガスの排出も少ない。また、ブレイグニッションの前兆を検知可能なのでエンジンにダメージを最小限にすることができ、筒内温度の上昇によって点火以前に着火が起こるブレイグニッションを防止することができる。また、筒内の温度上昇を予測して燃料冷却するため、ノッキングを抑えることもできる。

【0109】また、異常燃焼防止制御④は、異常燃焼防止制御①または②において、先行する角度が、大なる程、より増量する。このように、先行する角度が、大なる程、より増量し、ブレイグニッションの前兆を検知した時のみ効果的に燃料冷却を行ない、より無駄がなく、燃費が良く、排ガスの排出も少ない。

【0110】また、異常燃焼防止制御④は、異常燃焼防止制御①乃至③において、燃料供給量増量を実施して

(11)

特開平9-273436

19

20

も、先行角度量が減少しない或は所定量以上の先行角度量の減少がない場合、失火或は燃料供給の停止を実施する。このように、ブレイグニッションの予兆を検知し、燃料を増量して燃料冷却を行なうが、これによる効率が認められない場合は、失火或は燃料供給の停止を実施してエンジンが停止するようにしてエンジンの破損を防止し、ブレイグニッションが起こってしまった時でもこれを認識して操作するため、エンジンの信頼性が向上する。

【0111】また、異常燃焼防止制御⑤は、異常燃焼防止制御①乃至④において、1または複数の所定クランク角までの実際の燃焼割合は、排気行程の終了後から圧縮行程初期までの間のクランク角と、圧縮行程開始から点火開始までのクランク角と、点火開始から排気行程開始までの期間の内の2つのクランク角からなる少なくとも4つのクランク角における燃焼圧力を検知し、これらの燃焼圧力データに基づき算出する。このように、所定クランク角までの実際の燃焼割合を、燃焼圧力データに基づき適切に算出することができる。

【0112】図9は点火時期20度BTDCのときのクランク角と燃焼割合FMBとの関係を示す図である。異常燃焼防止制御①乃至④に対応する所定クランク角をBで示し、異常燃焼防止制御⑤乃至⑥に対応する所定燃焼割合をAで示す。9Aはブレイグニッション発生時、9Bは筒内高温時でブレイグニッションの前兆時、9Cは正常時を示す。

【0113】異常燃焼防止制御①乃至④において、1または複数の所定クランク角（例えばB）における実際の燃焼割合が、正常時の燃焼割合a3より大きいa1、a2であれば燃料供給量を増量する。

【0114】また、異常燃焼防止制御⑤乃至⑥において、1または複数の所定燃焼割合（例えばA）に達する実際のクランク角が、正常時のクランク角b3より先行b1、b2であれば燃料供給量を増量する。

【0115】図10はクランク角と筒内ガス温度との関係を示すグラフである。10Aはブレイグニッション発生時、10Bは筒内高温時でブレイグニッションの前兆時、10Cは正常時を示す。10Aのブレイグニッション発生時、10Bの筒内高温時でブレイグニッションの前兆時は、筒内ガス温度が10Cの正常時より高いため、筒内の温度上昇を予測して燃料供給量を増量することで燃料冷却して低くする。

【0116】図11はクランク角と筒内圧力との関係を示すグラフである。11Aはブレイグニッション発生時、11Bは筒内高温時でブレイグニッションの前兆時、11Cは正常時を示す。10Aのブレイグニッション発生時、10Bの筒内高温時でブレイグニッションの前兆時は、筒内圧力が10Cの正常時より大きいいため、筒内の圧力上昇を予測して燃料供給量を増量することで燃料冷却して小さくする。

【0117】図12は正常燃焼時の基準クランク角、或は正常燃焼時の基準クランク角より先行する異常燃焼の前兆状態の限界クランク角をマップ化したものである。

【0118】即ち、図12では横軸に負荷(L)と、縦軸に所定燃焼割合に達すべき基準クランク角、或は限界クランク角CRAとしており、所定燃焼割合、例えば60%、70%、80%等に達すべき基準クランク角、或は限界クランク角CRA、(Rxi, Lxi)が実際のエンジン回転数rpm(Rx)と、実際のエンジン負荷(Lx)の場合には、マップより求められる。

【0119】図13はこの発明が適用される2サイクルエンジンの構成図である。図1の4サイクルエンジンと同様に、クランク軸241に連接棒246が連結され、その先端のピストンとシリンダヘッドとの間に燃焼室248が形成される。クランク軸241に装着されたリングギヤのマークを検出して基準信号およびクランク角度を検出するためのエンジン回転数センサ267及びクランク角検出センサ268がクランクケース300に設けられている。また、クランクケース300にはクランク室圧センサ210が設けられている。クランク室301には吸気マニホールドからリード弁228を介して空気が送られる。吸気マニホールドにはスロットル弁204を介してエアクリーナ231から空気が送られる。吸気マニホールドに連通するスロットル弁下流側の吸気通路に吸気管圧センサ211が装着される。スロットル弁204はスロットルブリー203を介してワイヤ205で連結されたグリップ206により操作される。グリップ206はステアリングハンドル207の端部に装着され、その根元部にアクセル位置センサ202が設けられる。212はスロットル開度センサである。

【0120】シリンダには掃気ポート229が開口し、ピストンの所定位で掃気通路252を介して燃焼室248とクランク室301とを連通させる。また、シリンダには排気ポート254が開口し、排気通路253が連通する。排気ポート近傍の排気通路壁に排気タイミング可変弁264が装着される。この可変弁264はサーボモータ等からなるアクチュエータ265により駆動され、排気ポートの開閉位置を変更し排気のタイミングが調整される。この排気通路253を構成する排気管には排気管圧センサ213及び排気管温度センサ223が設けられる。また、排気通路には排気通路弁281が備わり、サーボモータ等からなるアクチュエータ282により駆動される。排気通路弁281は、低速域で絞られ吹き抜けを防止して回転の安定性を図るものである。

【0121】シリンダヘッドにはノックセンサ201が取付けられ、また燃焼室内に臨んで点火プラグ400及び燃焼室圧力センサ200が装着される。点火プラグは点火制御装置256に連結される。また、シリンダ側壁にはインジェクタ208が装着される。インジェクタ208には燃料デリバリ管209を介して燃料が送られ

21

(12)

特開平9-273436

22

る。

【0122】また、シリンダブロックにはシリンダボアの排気ポート開口部よりシリンダヘッド寄りの部分及び排気ポートの途中部分に直通孔278により連通する燃焼ガス室279が形成されている。この直通孔は、爆発行程において吹き抜けガスをほとんど含まない燃焼ガスが上記燃焼ガス室に導入されるように設定されている。この燃焼ガス室内には燃焼ガス中の酸素濃度を検出するO₂センサ277が取付けられている。なお、燃焼ガス室への導入部、排気ポートへの排出部には不図示の逆止弁が配置され、それぞれ逆方向の流れを阻止する。

【0123】このようなエンジンはCPU271を有する制御装置257により駆動制御される。この制御装置257の入力側には、前述の燃焼室圧力センサ200、ノックセンサ201、アクセル位置センサ202、クランク室圧センサ210、吸気管圧センサ211、スロットル開度センサ212、排気管圧センサ213、クランク角検出センサ258、エンジン回転数センサ267及びO₂センサ277が接続される。また、制御装置257の出力側には、インジェクタ208、排気タイミング調整弁用のアクチュエータ265、排気弁用のアクチュエータ282が接続される。

【0124】図14は前記2サイクルエンジンの燃焼割合計測のための燃焼圧データ検出点を示すための、前述の4サイクルエンジンと図6と同様の、燃焼室圧力のグラフである。前述のように、6点のクランク角度において燃焼室圧力データがサンプリングされる。図中Aの範囲内は排気ポートが開閉しているクランク角領域であり、Bの範囲内は吸気ポートが開閉しているクランク角領域である。各クランク角度(a0~a5)の採り方及び計算方法は前述の4サイクルエンジンと実質上同じであり、図3の割込みルーチン④のステップS113で、クランク角度が図示したa0~a5の6点における燃焼圧力P0~P5を検出してこれらの圧力値に基づいて燃焼割合を算出する。この発明の各実施例は気化器により燃焼を供給するものでも採用可能である。

【0125】

【発明の効果】前記したように、請求項1記載の発明は、正常燃焼状態が得られる時の1または複数の所定クランク角における燃焼割合値を、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも負荷に対応した基準燃焼割合値のマップデータとしてメモリに保持する一方、1または複数の所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と基準燃焼割合値との比較に基づき、この燃焼割合が基準燃焼割合より大なる時、エンジンへの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジン負荷に応じた燃料供給量より増量し、ブレイグニッションの前兆を検知した時のみ燃料冷却を行なうため、運転状態に応じて無駄がなく、燃費が良く、排ガスの排出も少ない。また、ブレイグニッションの前兆を検知可能なのでエン

ジンにダメージを最小限にすることができ、筒内温度の上昇によって点火以前に着火が起こるブレイグニッションを防止することができる。また、筒内の温度上昇を予測して燃料冷却するため、ノッキングを抑えることもできる。

【0126】請求項2記載の発明は、正常燃焼状態が得られる時の1または複数の所定クランク角における燃焼割合値を、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも負荷に対応した基準燃焼割合値のマップデータとしてメモリに保持する一方、1または複数の所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と基準燃焼割合値との比較に基づき、この燃焼割合が基準燃焼割合より大なる且つその差が所定量を越える時、エンジンへの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジン負荷に応じた燃料供給量より増量し、ブレイグニッションの前兆を検知した時のみ燃料冷却を行なうため、運転状態に応じて無駄がなく、燃費が良く、排ガスの排出も少ない。また、ブレイグニッションの前兆を検知可能なのでエンジンにダメージを最小限にすることができ、筒内温度の上昇によって点火以前に着火が起こるブレイグニッションを防止することができる。また、筒内の温度上昇を予測して燃料冷却するため、ノッキングを抑えることもできる。

【0127】請求項3記載の発明は、検知燃焼割合と基準燃焼割合との差の大きさに応じて、差が大なる程、より増量し、ブレイグニッションの前兆を検知した時のみ効果的に燃料冷却を行ない、より無駄がなく、燃費が良く、排ガスの排出も少ない。

【0128】請求項4記載の発明は、燃料供給量の増量を実施しても、燃焼割合と基準燃焼割合との差が減少しない或は所定量以上の差の減少がない場合、失火或いは燃料供給の停止を実施し、ブレイグニッションの前兆を検知し、燃料を増量して燃料冷却を行なうが、これによる効果が認められない場合は、失火或いは燃料供給の停止を実施してエンジンが停止するようにしてエンジンの破損を防止し、ブレイグニッションが起こってしまった時でもこれを認識して操作するため、エンジンの信頼性が向上する。

【0129】請求項5記載の発明は、正常燃焼状態が得られる時の1または複数の所定燃焼割合に到達するクランク角値を、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも負荷に対応した基準クランク角値のマップデータとしてメモリに保持する一方、1または複数の所定燃焼割合値に到達するまでの実際のクランク角を検知し、このクランク角の検知値と基準クランク角値との比較に基づき、このクランク角が基準クランク角より先行している時、エンジンへの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジン負荷に応じた燃料供給量より増量し、ブレイグニッションの前兆を検知した時のみ燃料冷却を行なうため、運転状態に応じて無駄がなく、燃費が良く、排ガスの排出

(13)

特開平9-273436

23

24

も少ない。また、ブレイグニッションの前兆を検知可能なのでエンジンにダメージを最小限にすることができ、筒内温度の上昇によって点火以前に若火が起こるブレイグニッションを防止することができる。また、筒内の温度上昇を予測して燃料冷却するため、ノッキングを抑えることもできる。

【0130】請求項6記載の発明は、正常燃焼状態が得られる時の1または複数の所定燃焼割合に到達するクランク角値を、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも負荷に対応した基準クランク角値のマッピングデータとしてメモリーに保持する一方、1または複数の所定燃焼割合値に到達するまでの実際のクランク角を検知し、このクランク角の検知値と基準クランク角値との比較に基づき、このクランク角が基準クランク角より所定角以上先行している時、エンジンへの1燃焼サイクル当たりの燃料をエンジン負荷に応じた燃料供給量より増量し、ブレイグニッションの前兆を検知した時のみ燃料冷却を行なうため、運転状態に応じて無駄がなく、燃費が良く、排ガスの排出も少ない。また、ブレイグニッションの前兆を検知可能なのでエンジンにダメージを最小限にすることができ、筒内温度の上昇によって点火以前に若火が起こるブレイグニッションを防止することができる。また、筒内の温度上昇を予測して燃料冷却するため、ノッキングを抑えることもできる。

【0131】請求項7記載の発明は、先行する角度が、大なる程、より増量し、先行する角度が、大なる程、より増量し、ブレイグニッションの前兆を検知した時のみ効果的に燃料冷却を行ない、より無駄がなく、燃費が良く、排ガスの排出も少ない。

【0132】請求項8記載の発明は、燃料供給量増量を実施しても、先行角度値が減少しない或は所定量以上の先行角度値の減少がない場合、失火或は燃料供給の停止を実施し、ブレイグニッションの予兆を検知し、燃料を増量して燃料冷却を行なうが、これによる効果認められない場合は、失火或は燃料供給の停止を実施してエンジンが停止するようにしてエンジンの破損を防止し、ブレイグニッションが起こってしまった時でもこれを認識して操作するため、エンジンの信頼性が向上する。

【0133】請求項9記載の発明は、1または複数の所定クランク角までの実際の燃焼割合を、燃焼圧力データに基づき適切に算出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明が適用される複数気筒の火花点火式4サイクルエンジンの構成図である。

【図2】エンジンの各種運転状態の制御を行うメインルーチンのフローチャートである。

【図3】割込みルーチン①を示す図である。

【図4】割込みルーチン②を示す図である。

【図5】エンジン回転数及び負荷に応じた基準燃焼割合あるいは限界燃焼割合を求めるためのマップの図である。

【図6】4サイクルエンジンの燃焼1サイクルの燃焼室圧力のグラフである。

【図7】修正演算のフローチャートである。

【図8】異常燃焼防止ルーチンである。

【図9】点火時期20度BTDCのときのクランク角と燃焼割合FMBとの関係を示す図である。

【図10】クランク角と筒内ガス温度との関係を示すグラフである。

【図11】クランク角と筒内圧力との関係を示すグラフである。

【図12】正常燃焼時の基準クランク角、或は正常燃焼時の基準クランク角より先行する異常燃焼の前兆状態の限界クランク角をマップ化したものである。

【図13】この発明が適用される2サイクルエンジンの構成図である。

【図14】2サイクルエンジンの軸トルク及び燃焼割合計測のための燃焼圧データ検出点を示すための、前述の4サイクルエンジンの図6と同様の、燃焼室圧力のグラフである。

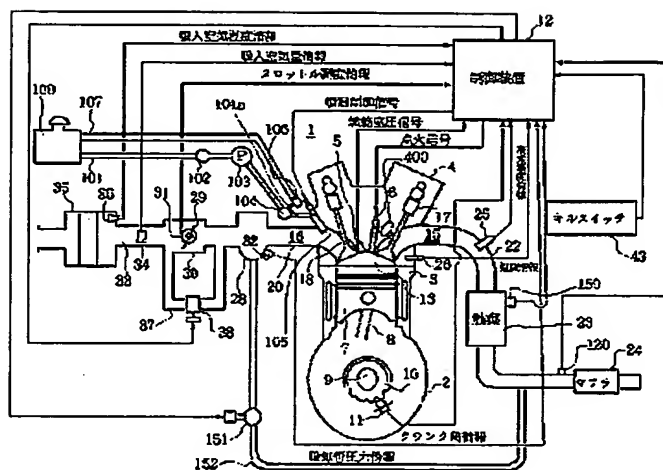
【符号の説明】

- 1 エンジン
- 9 クランク軸
- 10 リングギヤ
- 11 クランク角センサ
- 12 制御装置
- 13 燃焼室
- 25 酸素濃度センサ (O₂センサ)
- 26 温度センサ
- 31 スロットル開度センサ
- 32 吸気管圧力センサ
- 34 熱線式吸入空気量センサ
- 36 吸入空気温度センサ
- 105 インジェクタ
- 106 レギュレータ
- 120 排気管温度センサ
- 150 燃焼温度センサ

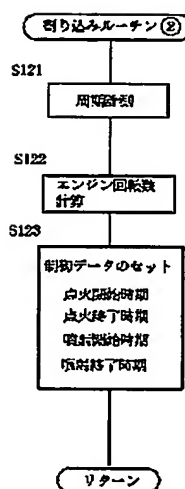
(14)

特開平9-273436

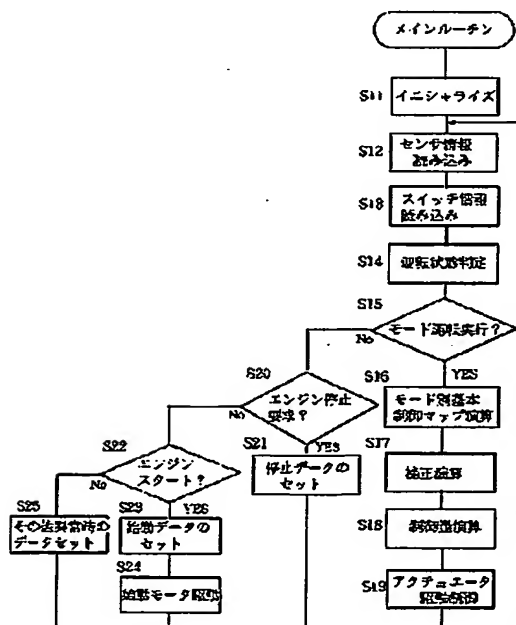
【図1】



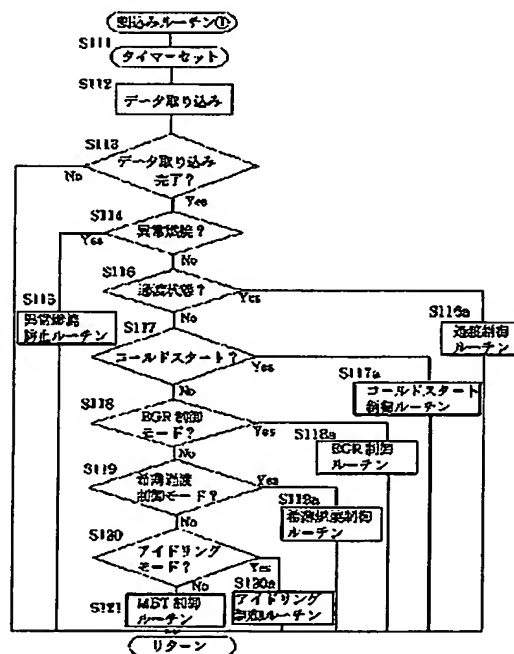
【図4】



【図2】



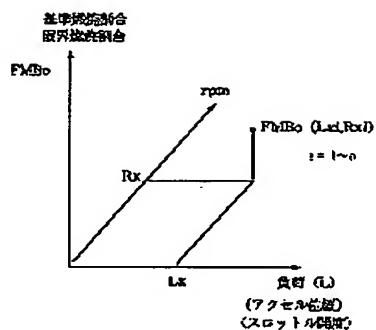
【図3】



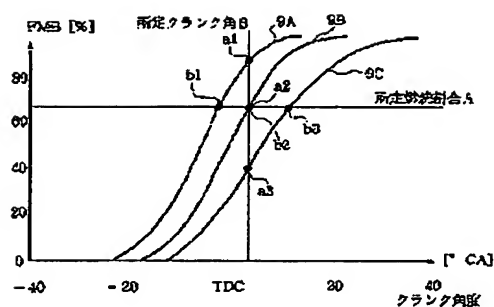
(15)

特開平9-273436

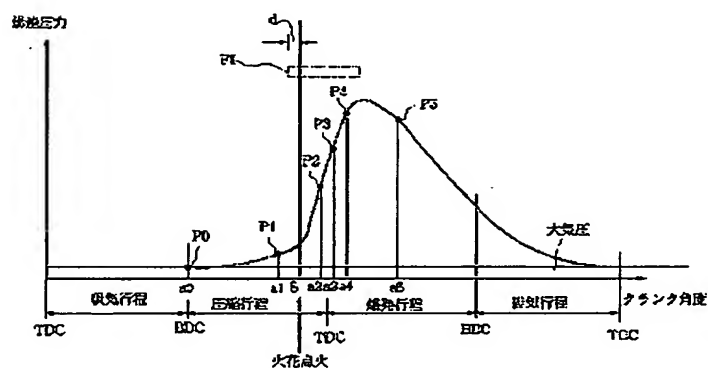
【図5】



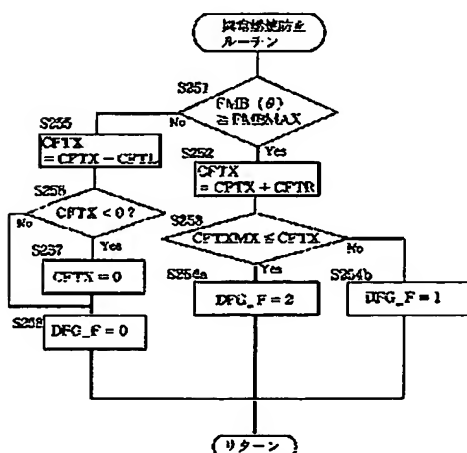
【図9】



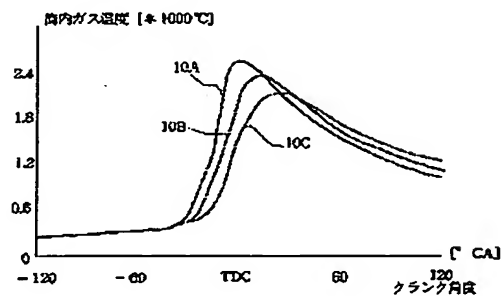
【図6】



【図8】



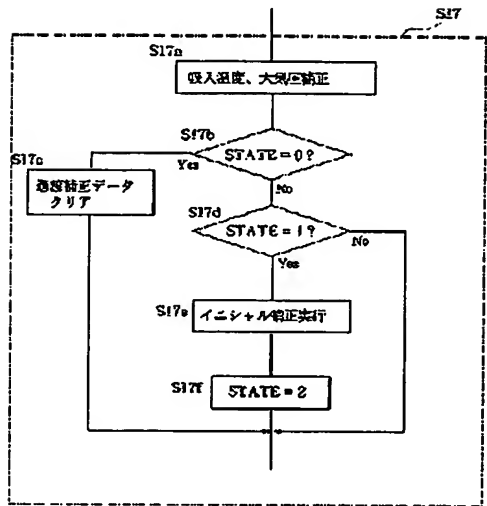
【図10】



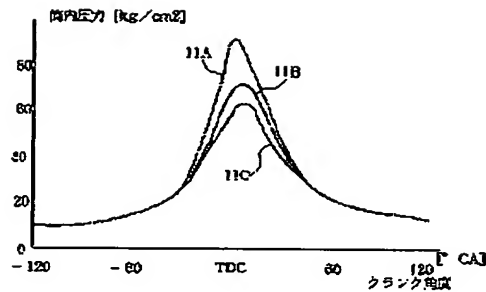
(16)

特開平9-273436

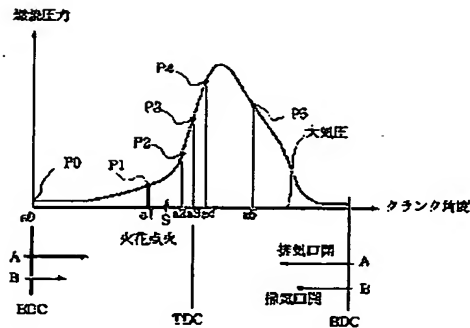
【図7】



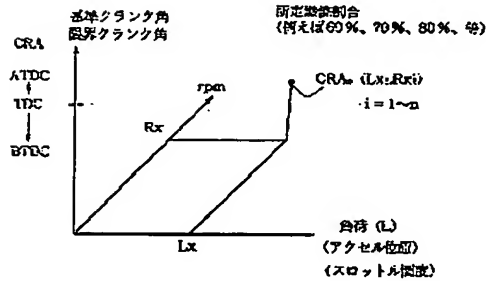
【図11】



【図14】



【図12】



(17)

待開平 9-273436

【圖 13】

